

文章编号:1673-8411 (2018) 02-0075-03

柳州市酸雨现状及其与气象条件关系的分析

程倩倩, 唐国敏, 安佳君, 刘永裕*

(柳州市农业气象试验站, 广西 柳州 545003)

摘要: 通过对柳州市 2008~2016 年酸雨观测资料的统计分析表明, 2008~2016 年柳州市酸雨呈缓慢减弱趋势, 9a 的酸雨年 pH 值范围 4.17—5.24, 平均值为 4.70; 2008~2016 年的酸雨年均发生频率范围为 49.2%—87%, 平均值为 68.4%; 降水酸性的季节变化较明显, 酸雨春、冬季较夏、秋季要强, 酸性最强出现在 3 月, 酸性最弱出现在 7 月; 雨量对降水酸度、酸雨出现率有着显著影响。

关键词: 柳州; 酸雨; 特征; 气象条件; 关系; 分析

中图分类号: P427

文献标识码: A

Analysis of acid rain in Liuzhou and its relationship with meteorological conditions

Cheng Qianqian, Tang Guomin, An Jiajun, Liu Yongyu

(Liuzhou Agricultural Meteorological Test Station, Liuzhou Guangxi 545003)

Abstract: Through the statistical analysis of the data of acid rain observation for 2008~2016 in Liuzhou, we found that the acid rain in Liuzhou slowly decreased during 2008~2016. The range of acid rain pH value is 4.17 – 5.24 and the average value is 4.70. The average annual frequency of acid rain from 2008 to 2016 ranged from 49.2% to 87%, with an average of 68.4%. The seasonal variation of precipitation acidity was obvious. Acid rain was stronger in spring and winter than in summer and autumn. The strongest acidity appeared in March, and the acid weakest appeared in July; rainfall has a significant influence on the acidity and acid rain rate of precipitation.

Keywords: Liuzhou; acid rain; characteristics; meteorological conditions; relationship; analysis

1 引言

酸雨是指 pH 值小于 5.6 的雨、雪、雹等大气降水, 分为三个等级: 强(重)酸雨: pH 值 < 4.5; 弱(轻)酸雨: $4.5 \leq \text{pH}$ 值 < 5.6; 非酸雨: pH 值 ≥ 5.6 。降水酸度的变化除了受当地大气污染物化学性质和源场变化的影响外, 气象条件的变化对降水酸度的影响也是相当明显的^[1]。中国已成为继欧洲和北美之后的第三大酸雨区^[2-3], 广西地处华南酸雨区, 是酸雨灾害较为严重的省份, 据汤洁^[4]等研究表明, 广西属于重酸雨区。“九五”期间, 国家把广西 11 个地市、33

个县(市)列入酸雨控制区, 频繁的酸雨灾害也成为制约广西可持续发展的重要因素。柳州作为广西最重要的工业城市, 开展酸雨综合防治是实施可持续发展战略的迫切需要^[5]。

本文利用 2008~2016 年柳州市气象局酸雨监测点监测的降水 pH 值资料, 结合对应观测的降水量、风向, 来探讨和分析柳州市酸雨年际变化特征及气象条件与降水酸度、酸雨出现率之间的关系^[6-9], 旨在为今后开展柳州市酸雨控制和治理研究工作提供客观依据。

收稿日期: 2017-11-10

作者简介: 程倩倩(1990-), 女, 助理工程师, 主要从事地面测报工作;

通讯作者: 刘永裕(1967-), 男, 高级工程师, 主要从事农业气象试验与研究。

2 资料与方法

本文所用的酸雨资料为柳州酸雨观测站 2008~2016 年的日降水 pH 值和酸雨频率的统计数据,柳州酸雨观测站的 pH 计是雷磁 PHS-3B 型精密 pH 测定仪。年、季、和月平均 pH 值计算式采用氢离子浓度雨量加权法计算,年、季、月平均酸雨发生频率采用发生酸性降水的天数占酸雨观测总天数的百分比计算^[10-11],月酸雨资料统计分析采用中国气象局大气成分中心推广的酸雨观测通讯处理 ARDataCPS 软件。

降水 pH 值的平均值计算公式如下:

$$\text{pH}=\lg \frac{\sum_{i=1}^n\left(10^{\text{pH}_i} \times R_i\right)}{\sum_{i=1}^n R_i} \quad(1)$$

表 1 2008~2016 年柳州市酸雨出现率及 pH 年平均值情况一览表
Table1 The rate of acid rain and pH annual mean value in Liuzhou from 2008 to 2016

年份	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	总平均结果
年平均	4.56	4.41	4.17	4.55	4.75	4.74	4.75	5.17	5.24	4.70
酸雨出现率(%)	78.4	65.9	76.5	87.0	70.4	67.6	69.8	51.1	49.2	68.4

由图 1 中可以看出,柳州市的降水 pH 值基本呈逐年增大趋势,降水酸度有所减弱,2016 年最弱,由图 1 还可以见,强酸雨发生频率与弱酸雨发生频率成正相关,弱酸雨的发生频率大概是强酸雨的一倍,2008 年以后酸雨发生频率有所减弱,但在 2011 年又增长达到 9a 内发生频率最大值,2011 年以后弱酸雨和强酸雨发生频率都缓慢减弱,2016 年达到酸雨发生频率最小值。

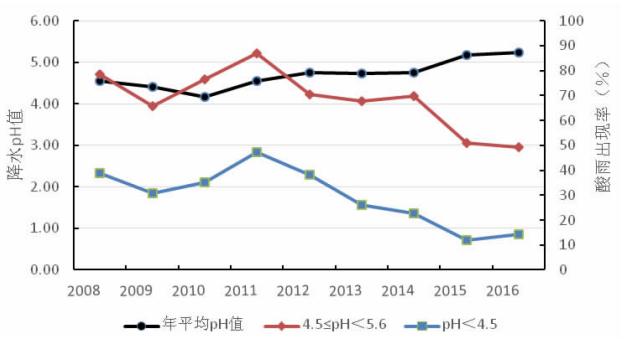


图 1 2008~2016 年平均 PH 值及酸酸雨出现频率

3.2 柳州市酸雨的季节变化

柳州市四季的划分为:春季为 3~6 月、夏季为

式(1)中 R 为酸雨监测期间的降水量,单位为 mm。

3 柳州酸雨现状

3.1 柳州市酸雨年变化

表 1 为 2008~2016 年柳州市降水 pH 年平均值及其酸雨出现率情况一览表。由表 1 可见,2008~2016 年 9a 柳州市的降水 pH 年平均值为 4.70,降水呈酸性,其中 2009 年降水 pH 年平均值最低只有 4.17,为强酸年,2016 年的降水 pH 年平均值虽然是 9a 中最高的年份,但也有 5.24。9a 柳州市的酸雨出现率介于 49.2%~87%之间,年平均发生频率为 68.4%,酸雨出现率比较高。虽然柳州市前几年酸雨程度比较严重,但是近年来有减弱趋势。其年降水酸性和酸雨年平均发生频率自 2008 年到 2016 年以来呈缓慢减弱趋势。

7~9 月、秋季为 10~11 月、冬季为 12~2 月。

图 2 为 2008~2016 年间不同季节降水 pH 值及酸雨出现频率变化图,由图可见,季节降水 pH 值与酸雨出现率成反比,pH 值越大,酸雨发生频率越低,其中,冬季和春季 pH 值最低,分别为 4.35 和 4.46,表示冬、春两季酸雨最为严重,这两个季节酸雨发生频率也是最高的,冬季酸雨出现率最高,为 85.9%,春季次之,发生频率为 74.5%,秋季 pH 值为 4.74,酸雨发生频率也较春、冬两季略低,夏季降水 pH 值最大,酸性最弱,为 5.29,相应的酸雨发生频率也最低,为 43.9%。在季节上,空气污染主要受气象条件

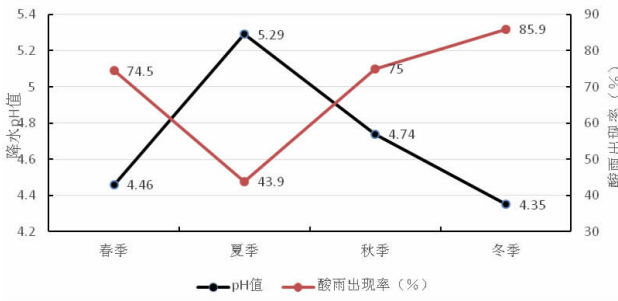


图 2 不同季节降水 PH 值及酸雨出现率

影响。如春、冬季多为阴雨天气,空气湿度大、静风多,不利于空气中各种污染物的扩散、稀释,导致局部区域空气污染较重。夏、秋两季雨水多,风速较大,有利于各种污染物扩散,减轻了酸雨的发生。

3.3 柳州市酸雨的月变化

图 3 为 2008~2016 年间不同月份降水 pH 值,由图可知,柳州市酸雨最为严重的发生在 3 月份,其平均 pH 值为 3.91,其次为 2 月、1 月;酸雨最轻是 7 月,为 5.47,根据图 2 也可看出夏、秋两季柳州酸雨较冬、春两季轻。2008~2016 年间酸雨最低值发生在 2009 年 1 月,为 3.41,最高发生在 2013 年 6 月,为 7.35。月变化的变化趋势结果与季变化相一致。

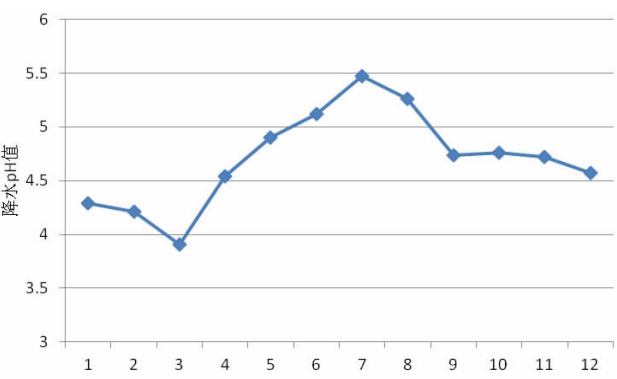


图 3 2008~2016 年柳州酸雨月平均 pH 值

4 柳州市气象条件与酸雨关系分析

4.1 降水量与酸雨的关系

本文按照降水量大小将每次酸雨监测期间所取得的降水量分 5 个等级(毛毛雨:0.1≤R<2,小雨:2≤R<10,中雨:10≤R<25,大雨:25≤R<50,暴雨:R≥50,R 的单位为 mm)进行划分,并对柳州市不同降水等级下 pH 平均值(以下均以 pH 值表示)、酸雨出现率的变化情况进行分析,结果见表 2。由表 2 可见:柳州市 5 个降水等级下的降水酸度、酸雨出现率有所差异,每个降水等级里 pH 值均低于 5.6,随着降水等级的加大,pH 值呈“U”型变化,其中大雨的 pH 值最小,为 4.76。酸雨出现率随降水量增大逐渐

表 2 不同降水等级下降水酸度、酸雨出现率的统计结果

项目	pH 值	酸雨出现率(%)	强酸出现率(%)
毛毛雨	5.10	72.97	40.54
小雨	5.03	67.33	38.61
中雨	5.02	73.81	30.95
大雨	4.76	90.00	50.00
暴雨	4.83	92.86	28.57

增多,降水达到大雨以上时酸雨出现率维持在 90%以上,说明降水量越大,酸雨出现的机会越多。

4.2 风向对酸雨的影响

形成酸雨的主要因素是人类活动排放的二氧化硫和氮氧化物等酸性气体。一般情况下,当大气污染源保持相对恒定的情况下,风向对大气污染源的扩散有着明显的影响,柳州市为小盆地地形,位于本站最近处有两个较大的污染源排放点:柳州化肥厂和柳州钢铁厂,这两个点都在本站 NW 方位,分别距离酸雨观测点 3km 和 4km,化肥厂和钢铁厂排放的污染物类型主要为二氧化硫和工业粉尘、烟尘,由于柳州常年盛行风向为 N,本站处于两个污染源下风向,故而这两处对柳州酸雨影响很大。据分析显示柳州春季盛行风向为 N 和 NE,夏季盛行 S 和 SSE,秋季盛行 N 和 NNE,冬季盛行风向为 N,而春、冬两季静风多,影响了空气中各种污染物的扩散、稀释,导致春、冬两季酸雨较为严重,而夏、秋两季风速较大,且夏季盛行风向为 S,观测点位于污染源的上风向,利于污染源的扩散,因而夏秋季酸雨较春、冬两季轻。

5 结论

(1)2008~2016 年柳州站 9a 的酸雨观测资料显示,柳州市降水 pH 年平均值为 4.70。酸雨出现率介于 49.2%~87%之间,年平均发生频率为 68.4%,柳州市年降水酸性和酸雨年平均发生频率自 2008 年到 2016 年以来呈缓慢减弱趋势,这说明,柳州市大气降水酸度的减弱可能是与近年来采取的主要针对颗粒物相关环境治理措施的一种正面响应。

(2)柳州市降水酸性的季节变化较明显,春、冬季节发生酸雨的频率明显高于夏、秋季节;酸雨春、冬季较夏、秋要强;分析可知,春、冬两季为柳州市强酸雨的高发季,降水酸性在冬季最强,夏季最弱。柳州市酸雨最为严重的发生在 3 月份,其平均 pH 值为 3.91,其次为 2 月、1 月。

(3)2008~2016 年柳州市酸雨 pH 值的变化范围为 3.41~7.35,不同等级的降水对降水酸度有着明显的影响,大雨等级的 pH 值最小,降水酸度最高,酸雨出现率随着降水等级提高而增大。大雨和暴雨等级降水时最容易出现酸性降水。

(4)从地形上看,柳州处于小盆地地形,大气结构较稳定,不利于大气污染物的扩散,容易形成酸雨

5 结语

广西人影作业装备弹药物联网管理系统实现了对省、市、县、作业站点四级的装备、弹药从采购、运输、存储、报废等整个周期的实时监管和全区作业站点及作业人员的管理,通过网络实时全程监控,提高了信息安全管理的规范化和自动化程度,达到了提高人影装备弹药等管理安全性的目的。本系统还预留了未来接入国家级物联网管理系统和业务软件平台的接口,以便软件后期的扩展。

参考文献:

- [1] 李耀先,覃峥嵘.撰写气象论文的几点注意[J].气象研究与应用,2004,25(4):53-55.
- [2] 廖雪萍.《气象研究与应用》应对数字化变革之实践[J].气象研究与应用,2017,38(1):5-6.
- [3] 史彩霞,李耀先,李莉,等.基于WEB和GIS的“自然物候

与气候变化关系的研究”系统平台的设计与开发[J].安徽农业科学,2012,40(1):388-391.

- [4] 刘伟,曹烤,龚茜,卢怡,等.基于物联网的人工影响天气作业用弹药管理系统[J].电脑知识与技术,2017,13(25):63-64.
- [5] 何飞,廖铭燕,奚广平,等.网络信息技术在贺州市气象综合业务平台建设中的应用[J].气象研究与应用,2011,32(3):62-65.
- [6] 陈宁,李肖平,易小兰.南宁市气象短信发布平台的设计与研究[J].气象研究与应用,2013,34(1):102-105.
- [7] 彭光固,周启强.浅谈如何做好市级气象基建管理工作[J].气象研究与应用,2016,37(2):110.
- [8] 杜丞香,梁慕慧.开展公共气象服务科学发展的思考[J].气象研究与应用,2012,33(S1):287.
- [9] 李汉彬,于平,钟伟雄,等.决策气象服务的策略与技巧初探[J].气象研究与应用,2007,28(S2):151-153.
- [10] 王凡,韦淑军,罗建平.提高决策气象服务能力需把握的几个环节[J].气象研究与应用,2009,30(S2):213.

(上接第77页)

污染,所以柳州降水酸化的程度较严重。再加上测点附近有两处较大的二氧化硫等污染源排放点,柳州盛行风向为N,不利于空气中污染物的扩散,加重了柳州酸雨的形成。

参考文献:

- [1] 林长城,林祥明,邹燕,等.福州气象条件与酸雨的关系研究[J].热带气象学报,2005,(3):330-336.
- [2] 吴丹,王式功,尚可政.中国酸雨研究综述[J].干旱气象,2006,(2):70-77.
- [3] 赵艳霞,侯青.1993-2006年中国区域酸雨变化特征及成因分析[J].气象学报,2008,66(6):1032-1042.
- [4] 汤洁,徐晓斌,巴金,等.1992-2006年中国降水酸度的变化趋势[J].科学通报,2010,55(8):705-712.
- [5] 字春霞.广西主要城市酸雨现状与防治对策[C].中国环

境保护优秀论文集(2005)(上册)[C],2005:4.

- [6] 黄春莎.酸雨观测中应注意的问题[J].气象研究与应用,2008,29(3):85-87.
- [7] 蔡丽,韦翠云,覃丽娜,等.酸雨考核经验谈[J].气象研究与应用,2009,30(S1):95-96.
- [8] 韦翠云,蔡丽.柳州酸雨分布特征分析[J].气象研究与应用,2008,29(S1):22.
- [9] 劳世毓,程海龙.酸雨观测中常见问题的处理方法[J].气象研究与应用,2009,30(S1):93-94.
- [10] 黄小培,覃峥嵘,韦革宁.桂西酸雨的季节分布及风向频率统计特征分析[J].气象研究与应用,2008,29(4):11-13.
- [11] 陈雪莲.北海酸雨区的成因简析[J].广西气象,2004,25(2):37-36.